Über
Aetiologie, Prophylaxe und Therapie bei Tetanus
und über
Spätfälle nach Tetanusinfektion.

Inaugural-Dissertation

der

medizinischen Fakultät

der

Kaiser Wilhelms-Universität Strassburg

zur Erlangung der Doktorwürde

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

vorgelegt von

JOHANN KNAUER
Arzt
aus
HAAG a. d. Amper.

STRASSBURG i. E.
Els.-Lothr. Druckerei u. Lithogr.-Anstalt G. m. b. H., Dreizehnergraben 45.
1915.

Gedruckt mit der am 10. Juli 1915 erteilten Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Strassburg i. E.

Referent: Prof. Dr. Madelung.

Nikolaier erzeugte im Jahre 1884 durch Impfung von Gartenerde Tetanus bei Versuchstieren. An den Impfstellen waren Abszesse entstanden, in deren Eiter Nikolaier neben anderen Mikroorganismen einen eigentümlichen, schlanken Bazillus entdeckte, den er als den Erreger des Tetanus bezeichnete.

Bald darauf gelang es Rosenbach den gleichen Bazillus beim Menschen nachzuweisen, ihn auf Versuchstiere zu übertragen und dadurch Tetanus hervorzurufen.

Alle Versuche den Bazillus zu züchten scheiterten anfangs infolge der Unkenntnis von der Anaërobiose desselben; Louis Pasteur erkannte als erster den Tetanusbazillus als strengen Anaërobier und gestützt auf diese Erkenntnis gelang es im Jahre 1889 dem Japaner Kitasato den Tetanusbazillus in sauerstoff-freier Wasserstoff-Atmosphäre rein zu züchten.

Hiermit waren die drei Forderungen erfüllt, welche die Bakteriologie aufstellt, um die Spezifität eines Krankheits-Erregers festzustellen: „Einmal das Vorkommen desselben bei einer oder mehreren Tierarten (inklus. Mensch), 2. die Züchtung desselben in Kulturen und 3. seine Übertragbarkeit von einem Lebewesen auf das andere".

Der Tetanusbazillus ist ein feines, schlankes Stäbchen, versehen mit einer endständigen Spore, die aber auch fehlen kann, sodass dann die beiden Enden gleich-

mässig abgerundet erscheinen. Die Sporen sowie das Stäbchen selbst sind ausserordentlich widerstandsfähig sowohl gegen Hitze (strömender Wasserdampf von 100° tötet sie erst nach 8 Minuten), als auch gegen Eintrocknung. Im eingetrockneten Zustand, im Strassenstaub und in Holzsplittern bleiben sie jahrelang virulent, gehen jedoch bei Sauerstoffzutritt schnell zugrunde. Bemerkenswert ist, dass der Tetanusbazillus als Saprophyt im Darme von Rindern und hauptsächlich von Pferden sich findet und so naturgemäss in deren Exkrementen erscheint. Lukas[1]) hat die Exkremente von 17 Pferden auf Tetanussporen untersucht und hatte 16 positive Befunde. Tetanusbazillen wird es also überall da geben, wo mit Pferdemist gedüngt ist, und wo überhaupt derselbe durch Unreinlichkeit hinverschleppt ist. Dass dadurch in erster Linie die Erde, Strassenschmutz, Gartenerde und Staub die Hauptherde des Tetanus darstellen, ist nicht sehr wunderlich. So ist denn der Tetanus, ähnlich wie die Malaria, eine richtige Bodenkrankheit, findet er doch in demselben schon bei nur geringer Tiefe seine Hauptlebensbedingung, den Sauerstoffmangel. So erscheint mir die Frage müssig, ob denn diese oder jene Erde mehr infektiös für Wundstarrkrampf ist. Die gleiche Erde kann einmal virulent sein, ein andermal nicht, es kommt blos darauf an, dass der Tetanusbazillus von der Erde bis zu seinem Endziel, der Wunde, nicht mit seinem natürlichsten Feinde, dem Sauerstoff zusammenkommt Heutzutage gilt es als feststehendes Gesetz, dass ein

---

[1]) Nach „Zur Behandlung des Tetanus“ v. Voelker in Heidelberg (M. M. W. 1914. Nr. 43).

Tetanus nur zustande kommen kann, wenn es dem Bazillus ermöglicht ist, in eine Wunde einzudringen; wo nun diese sitzt ist gleichgültig. Nichtsdestoweniger hat man den Wundstarrkrampf in drei Gruppen eingeteilt: 1. Tetanus traumaticus, 2. Tetanus puerperalis (für ihn kommen Verwundungen am Genitaltractus des Weibes in Betracht, hauptsächlich im Anschluss an einen Abort oder an eine Geburt und auch während derselben), 3. Tetanus neonatorum. Bei letzterem handelt es sich um eine Infektion, die ihre Pforte an der Nabelschnur hat.

Ein Tetanus rheumaticus, ein Tetanus ab internis und andere Sorten, die man in der Zeit vor der Entdeckung des Nikolaierschen Bazillus mit grossem Eifer zusammengestellt hatte, werden nicht mehr anerkannt.

Entgegen anderen schweren Infektions-Erregern macht der Tetanusbazillus nach seinem Eindringen in die Wunde, in die er durch irgend eine Gewalt gebracht ist, keine örtlichen Erscheinungen, auch nicht die leichteste Entzündung vermag er zu verursachen, ferner bleibt er stets in der Wunde liegen, und begibt sich nie auf Wanderschaft. Auch hier noch in der Wunde bleibt der Sauerstoff der gefährlichste Gegner des Tetanus.

Jochmann[1]) sagt: „Die Tetanusinfektion kommt meist nur dann zustande, wenn gleichzeitig mit den Tetanussporen, die in grösserer Menge vorhanden sein müssen, andere aërobe Bakterien, Eitererreger und dergleichen in die Wunde eindringen, die den Sauerstoff an sich reissen, und auf diese Weise für den Tetanus-

[1]) „Wundinfektionskrankheiten.“ Vorträge v. Jochmann, Dirig. Arzt der Abteilung für Infektionskrankheiten im städt. Rudolf Virchow-Krankenhaus in Berlin (D. M. W. 1914 Nr. 43).

bazillus anaërobe Entwicklungsbedingungen herstellen. Eine weitere Vorbedingung für das Zustandekommen der Tetanusinfektion ist die, dass gleichzeitig mit den Tetanuserregern kleine Fremdkörper, Holzsplitter, Teile der Bekleidung und dergleichen in die Wunde hineingelangen, durch welche die Leukocyten angelockt werden. Dadurch entgehen die Tetanusbazillen selbst der Leukozytose und können sich vermehren und ihre verderbliche Eigenschaft, die Bildung von Toxinen, zur Entfaltung bringen". Diese Toxine, die Stoffwechselprodukte der Bazillen, sind es, die all die schweren Krankheitserscheinungen hervorrufen. Das Tetanustoxin ist labil (d. h. es ist ausserordentlich unbeständig in seiner Konsistenz), und leicht löslich. „Es versteht sich demnach von selbst, dass es wie alle löslichen Medikamente die Gewebe durchdringt, mit dem Blute zirkuliert und schliesslich an irgend einer Ausscheidungsfläche, den Nieren, dem Verdauungskanal oder der Haut, den Körper verlässt, falls es nicht unterwegs zersetzt wird" [1]). Das kann natürlich nur für jene Toxine in Betracht kommen, die nicht sogleich im Körper (hier Zentralnervensystem) gebunden oder paralysiert werden.

Das Tetanustoxin wirkt in äusserst geringen Dosen: „Eine Maus von 15 g stirbt schon nach Brieger an 0,00005 mg allerreinsten Tetanusgiftes. Ein Mensch von 70 kg würde, gleiche Empfänglichkeit vorausgesetzt, danach bei 0,23 mg sterben, während dazu von Strychnin 30—100 mg erforderlich wären. Die krankmachende Dosis würde 0,04 mg Tetanusgift beim Menschen betragen" (Rose[1]).

---

[1]) Rose: „Der Starrkrampf beim Menschen" S. 243 und 248.

Vor allem ist das Tetanustoxin ausgezeichnet durch seine geradezu beispiellose Affinität zum Zentralnervensystem. Diese chemische Affinität illustriert Jochmann durch folgenden Tierversuch: „Wenn man einem empfänglichen Tiere die 10fach tödliche Dosis Tetanustoxin gleichzeitig mit 1 ccm der Gehirnmasse eines Meerschweinchens einspritzt, so bleibt das Tier am Leben, weil die mit dem Toxin gleichzeitig eingeführte Gehirnsubstanz alles Gift an sich gerissen und fest gebunden hat".

In den motorischen Ganglienzellen des Zentralnervensystems wird das Antitoxin gebildet, durch welches die Toxine gebunden werden. Wo das geschieht, werden diese motorischen Ganglienzellen alteriert und es kommt zur reflektorischen Übererregbarkeit, sei es nun im Gehirn oder im Rückenmark. Ein anderer Teil der von den Zellen des Zentralnervensystems gebildeten Antitoxine gelangt ins Blut und verankert sich mit den noch nicht in Nervengewebe gelangten Toxinen und macht sie unschädlisch.

Der Hauptweg auf dem die Toxine zu ihrem Endziel, dem Rückenmark und dem Gehirn gelangen, ist der Nervenweg; von ihrer Produktionsstelle aus gelangen sie durch Blutspülung an die intramuskulär gelegenen Endapparate der motorischen Nerven und steigen im Achsenzylinder aufwärts bis zu den motorischen Ganglienzellen.

Ein Teil der Toxine kann in die Blut- und Lymphbahnen gelangen. Aber auch von hier aus dringen die Toxine nicht direkt ins Zentralnervensystem, vielmehr

werden sie gemäss ihrer Affinität zu Nervensubstanzen überhaupt an andere nahe oder ferner gelegene motorische Nerven gebunden.

Dass Tetanus erst nach einer Inkubationszeit auftritt, ist an zahllosen Fällen in der Literatur erwiesen, dagegen ist ein Tetanus immediatus, ein unmittelbarer Starrkrampf, überhaupt noch nicht beobachtet worden und wird auch von Rose entschieden negiert.

Die Zeit, die verstreicht zwischen Verwundung und Auftreten von Starrkrampfsymptomen, ist die Inkubationszeit, die sich aus mehreren Phasen summiert. Die erste Zeit wird von den Tetanus-Bazillen selbst verbraucht mit der Bildung von Toxinen. Das braucht nicht sogleich zu geschehen; vielmehr ist es oft sogar erst die sekundäre Infektion von Eitererregern, eine noch hinzukommende Verunreinigung der Wunde oder eine durch Stoss oder Schlag verursachte Quetschung, die für die Bazillen erst die nötigen Lebensbedingungen schaffeu.

Sind einmal die Toxine produziert, so ist es nur mehr die Weglänge, welche die Wanderzeit von der Wunde bis zum Zentralnervensystem bestimmt. Die Inkubationszeit ist bei grossen Tieren weit länger als bei kleinen: „Beim Pferd z. B. 5 Tage, beim Hund $1^1/_2$ bis 2 Tage, beim Meerschweinchen 13—18 Stunden und bei der Maus 8—12 Stunden“ (H. Meyer[1]).

Die 3. und letzte Phase verstreicht mit der Reaktion, die zwischen Tetanustoxin und Nervensubstanz des Rückenmarks stattfindet und das ist die geringste Zeit;

[1]) H. Meyer und R. Gottlieb: „Die experimentelle Pharmakologie“. 3. Auflage, 1914, S. 538.

sie beansprucht nur wenige Stunden, was experimentell durch direktes Einbringen von Tetanustoxin ins Rückenmark nachgewiesen ist (H. Meyer und Gottlieb[1]).

Diese Zeit, die von der Verwundung bis zum Ausbruch von Starrkrampfsymptomen verstreicht und die ich in 3 Phasen eingeteilt habe, ist naturgemäss in verschiedenen Fällen auch verschieden lang; das eine aber ist gewiss, nie beträgt sie weniger als 4 Tage. Einen Tetanus immediatus, unmittelbaren Starrkrampf der innerhalb von 24 Stunden ausbrechen soll, — diese beiden Gruppen werden in der Literatur geführt — bestreitet Rose entschieden. Seine Angaben beruhen auf umfangreichen und genauen statistischen Erhebungen.

Dagegen werden folgende Einteilungen weiter anerkannt:

Tetanus maturus, früher Starrkrampf, i. d. 1. Woche,
„ serotinus oder remorans, späterer Starrkrampf i. d. 2. Woche,
„ remorantior, verspäteter Starrkrampf i. d. letzten Wochen des Monats,
„ remorantissimus, allerverspätetster Starrkrampf nach Monaten.

Die beiden letzten Gruppen werden auch schlechthin „Spätfälle“ genannt.

Die Prognose bei Tetanuserkrankung ist immer ernst zu stellen, doch hat der Satz von Rose seine volle

[1]) H. Meyer und R. Gottlieb: „Die experimentelle Pharmakologie“. 3. Auflage. 1914. S. 538.

Gültigkeit: „Je später der Starrkrampf ausbricht, desto milder verläuft er".

Vor Einführuug der Serum-Behandlung schätzte man die Mortalität überhaupt auf 80—90%:

Mortalität	beim	frühen Starrkrampf	91,0%
„	„	späten „	81,3%
„	„	verspäteten „	52,9%
„	„	ganz späten „	50,0%

Der Wundstarrkrampf ist in Friedenszeiten eine selten beobachtete Krankheit, unter den Infektionskrankheiten überhaupt wohl die seltenste. Kreuter[1]) bezeichnet ihn für Friedenszeiten als „Rarität". Mit erschreckender Häufigkeit dagegen tritt der Tetanus im Kriege auf. Ein Bild hiervon mögen die Zahlen geben, die ich aus dem Bericht Madelungs „Über Tetanus bei Kriegsverwundeten" entnehme: „Es erkrankten im Krim-Feldzuge von 120094 Verwundeten des englischen Heeres 19 an Tetanus oder 1,5‰, im amerikanischen Secessionskrieg von 217000 Verwundeten 505 oder 2‰, in der russischen Donauarmee (1877-78) von 51700 Verwundeten 65 oder 1,2‰, im deutsch-französischen Krieg von 95000 deutschen Verwundeten 350 oder 3,5‰". In dem gegenwärtigen Kriege aber scheint das Auftreten des Tetanus noch viel häufiger zu sein.

Madelung, der in den Lazaretten des XV. Armeekorps und im städtischen Krankenhaus Mülhausen i. E. eine Sammelforschung betreffend Tetanus veranstaltet hat, berichtet in der Strassburger medizin. Zeitung,

[1]) Kreuter: „31 Tetanusfälle nach Kriegsverletzungen".

XI. Jahrgang, 12. Heft, dass in genannten Lazaretten vom 1. VIII. bis 31. X. 27677 Verwundete behandelt wurden. Unter diesen wurden 174 Fälle von Wundstarrkrampf, das ist 6,6‰ beobachtet. Der gleiche Autor ermittelte weiter folgendes interessante Ergebnis: „In den Festungslazaretten in Strassburg starben von Beginn des Krieges bis einschliesslich den 31. Oktober 1914 von 15134 Verwundeten 690 (541 Deutsche, 149 Franzosen), von diesen durch Wundstarrkrampf 101".

Der Anteil des Tetanus an der Zahl der Todesfälle betrug also 14%.

Kreuter[1]) berichtet, dass von 60000 Verwundeten und Kranken der verschiedensten deutschen Truppenabteilungen, welche bis Ende September 1914 in Bayern behandelt wurden, 0,7% gestorben und nicht weniger als 0,4%, also mehr als die Hälfte, an Starrkrampf zugrunde gegangen sind.

Im Festungslazarett Namur fanden sich unter 2193 Manschaften 27 Tetanusfälle. (Hufnagel[2]).

Das jetzige, geradezu kriegsepidemische Auftreten von Tetanus darf keinesfalls verwundern. Wann ist denn je einmal für das Zustandekommen eines Starrkrampfes, die erste Bedingung, die Verwundung, in so ungeheuerem Überflusse wie jetzt geschaffen worden?

Von einem Auftreten von Tetanus nach Verwundung mit Handwaffen hat man während des jetzigen Krieges in den deutschen Zeitschriften bis jetzt noch nichts ge-

[1]) Münch. med. Wochenschrift. 1914. Nr. 46.

[2]) Hufnagel: „Vorbeugende Wundstarrkrampf-Impfungen". Deutsche medizin. Wochenschrift. 1914. Nr. 51.

hört. Das mag vielleicht daher kommen, dass Verwundungen mit Bajonett, Lanze oder Säbel vielfach direkt schon tödlich wirken.

In erster Linie sind es die Projektile der Schusswaffen, welche die für das Zustandekommen des Tetanus unerlässliche Verwundung in so reichem Masse schaffen.

Madelung berichtet: „Tetanus wurde beobachtet nach Verletzungen durch Infanterie-Geschosse 80 mal, nach solchen durch Schrappnells 57 mal, nach solchen durch Granatteile 53 mal. (Münch. med. Wochenschrift Nr. 52, 1914).

Kreuter berichtet: „Bei unserem Material waren 12 Infanterieschüsse, 17 Granat-Verletzungen und nur 2 Schrappnelltreffer die Ursache der Erkrankung". (M. M. W. Nr. 46. 1914).

Die Geschosse sind beim Aufschlagen oder Eindringen ins Ziel steril, sie bringen also den Erreger des Tetanus nicht selbst mit. Das kann nur von Geschossen und Geschoss-Splittern angenommen werden, die, bevor sie eine Wunde setzen, schon irgendwo anders, am Erdboden oder sonstwo, an einer Mauer, aufgeschlagen waren, und von dort mit Tetanusbazillen infizierte Erde oder Staub mitgerissen haben (Aufschlagzünder).

Das häufige Auftreten von Tetanus im gegenwärtigen Kriege erklärt sich z. T. auch aus der Art der Kriegführung. Verwundete befinden sich ja vielfach in nächster Nähe von mit Tetanus infiziertem Material, wie Feld, Wald, Ackererde und dergleichen, wo sie zuweilen stundenlang unversorgt liegen müssen.

Für die örtliche Frage bei Tetanuserkrankungen in diesem Kriege hat man sich kürzlich besonders im städtischen Augusta-Hospital in Köln a. Rhein (Direktor: Hochhaus) interessiert:

Maria Knippen erläutert in Band 321 in Schmidt's Jahrbüchern, wo sie über 75 Fälle referiert, die Tatsache, dass in diesem Kriege so ausserordentlich viele Tetanusinfektionen zu verzeichnen sind, und fordert vor allem zur Erforschung der Umstände auf, welche hier in ätiologischer Beziehung in Betracht kommen: „Wir haben darum in jedem Falle versucht, den Ort der Verwundung festzustellen und zwar deshalb, weil von den verschiedensten Seiten das häufige Vorkommen des Tetanus von lokalen Verhältnissen abhängig gedacht wurde. Es hat sich nun ergeben, dass die Verwundungen in den verschiedensten Gegenden Nord-Frankreichs und Belgiens stattgefunden haben."

Ein Urteil über die Virulenz des Tetanusbazillus beim Menschen ist noch nicht spruchreif, die Frage hierüber ist in der Tetanusliteratur kaum noch angeschnitten. Eine hohe Morbiditätsziffer kann für die Virulenz des Tetanuserregers einerseits, für die Disposition der Menschen anderseits nichts beweisen. V. Behring[1]) unterscheidet in der Ätiologie einer Krankheit die exogenen und die endogenen Bedingungen. Bezüglich der Tetanuserkrankung kommt er zu folgendem Ergebnisse: „Aber auch das stärkste Tetanusgift kann keinen Tetanus verursachen, wenn die zweite essentielle Krankheitsbedingung fehlt,

[1]) v. Behring: „Aetiologie, Prognose und Therapie des Tetanus" (Schmidts Jahrbücher Band 321).

welche nicht von aussen her stammt, sondern im lebenden Organismus zu suchen ist. Diese endogene Bedingung, die Empfänglichkeit (Disposition) für die Erkrankung an Tetanus ist äusserst gering bei verschiedenen Geflügelarten, wie wir durch die experimentelle Forschung erfahren haben. Spontan tritt freilich der Tetanus fast nur bei Pferden und beim Menschen auf. Indessen wäre es ein Irrtum zu glauben, dass das deswegen so sei, weil alle anderen Säugetierarten in geringerem Grade tetanusempfänglich sind; vielmehr haben wir die Ursache für das fast gänzliche Fehlen von spontanen Tetanusfällen beispielsweise bei den Mäusen in dem Mangel der zur parenteralen Infektion führenden Gelegenheitsursachen zu erblicken. Eine Maus läuft gefahrlos über sporentragende Glassplitter, verrostete Nägel, Holzsplitter usw. hinweg, wo ein Pferd sich diese Fremdkörper in den Huf tritt und diejenigen Zufälle, welche die häufigsten Tetanusfälle beim Menschen herbeiführen, fehlen gleichfalls bei den Mäusen. Die endogene essentielle Krankheitsbedingung ist bei diesen Tieren in hohem Grade vorhanden, aber die in der Gesamtkonstitution gegebene akzidentelle Disposition fehlt fast vollständig — ein Verhältnis, welches übrigens bei Mäusen und Meerschweinchen auch für den Milzbrand zutrifft".

Am häufigsten tritt beim Menschen Tetanus nach Verwundung der Extremitäten auf. Dies bestätigen auch die von Madelung[1]) veröffentlichten Zahlen: „In 166 Fällen, wo der Ort der Verletzung mitgeteilt

[1]) Madelung: Strassburger medizin. Zeitung. XI. Jahrgang. 12. Heft.

worden ist, waren 103 mal Teile der unteren Extremitäten verletzt. (Ich zählte hierbei alle Fälle, wo ausser den unteren Extremitäten auch andere Körperteile gleichzeitig verwundet waren, zu denen dieser Gruppe zu.) Aber es trat Tetanus auch auf 50 mal nach (ausschliesslicher) Verletzung der oberen Extremitäten, 8 mal nach solcher des Rumpfes, 5 mal nach solcher des Kopfes". Das mag wohl damit zusammenhängen, dass die unteren Extremitäten am meisten mit Schmutz bedeckt sind.

Weiter heisst es bei Madelung[1]) am gleichen Orte: „Bemerkenswert ist, dass für keinen Fall von Lungenschuss Ausbruch von Tetanus gemeldet worden ist". Dass in einem so gut durchbluteten Gewebe, wie in der Lunge, wo die Sauerstoffzufuhr vor sich geht, Tetanusbazillen ihre Lebensbedingungen nicht finden, ist wohl auch erklärlich.

Von den Gewalten, die am ehesten durch ihre Verwundung eine Tetanusinfektion hervorrufen, sind die Artillerie-Geschosse, unter diesen die Aufschlagzünder, am gefürchtetsten:

1. kann man von ihnen annehmen, dass sie bereits infiziertes Material mitführen und

2. richten sie am Körper die verherendsten Wirkungen an, reissen tiefe und ausgedehnte Löcher ins Fleisch und verursachen ausgiebige Gewebszertrümmerungen.

Wenn nun das Geschoss selbst, auch wenn es ein Aufschlagzünder war, nicht infiziert, so schafft es doch

[1]) Madelung: Strassburger medizin. Zeitung. XI. Jahrgang. 12. Heft.

in weitgehendstem Masse die akzidentellen Bedingungen für eine Tetanusinfektion. Es reisst verschmutzte Kleidungsstücke oder sonstige Trümmer von Ausrüstungsgegenständen mit in den Organismus herein. Um das zu begreifen, braucht man nur einmal Granatsplitter mit der total unebenen Oberfläche und den unglaublich vielen Zacken und Kanten gesehen zu haben.

Ausgedehnte Gewebszertrümmerungen und grosse Verwundungen sind auf einem Schlachtfeld unmöglich im medizinischen Sinne steril zu behandeln, sodass auch hier nach der Verwundung immer noch die Tetanusinfektion oder gleich eine Mischinfektion zustande kommen können.

Doch scheint nach Infanterie-Treffern der Tetanus nicht gerade weniger oft aufzutreten, wie aus obigen Berichten von Kreuter und Madelung erhellt. So berichtet auch Maria Knippen[1]) folgendes:

„Die Verwundungen waren hervorgerufen

35 mal durch Gewehrschuss und zwar 22 mal mit letalem Verlauf (darunter 6 Querschläger), und 13 mal mit Ausgang in Heilung (davon 5 Querschläger),

27 mal durch Granatsplitter, davon starben 21 und 6 wurden geheilt,

11 mal durch Schrapnellkugeln, 9 dieser Fälle verliefen tötlich,

2 mal handelte es sich um Verletzungen durch mehrere Geschossarten, so durch Gewehr-Granat (geheilt) und durch Granat-Schrapnell (†).“

[1]) In Schmidts Jahrbüchern. Band 321.

Freilich muss, um nicht eine falsche Vorstellung aufkommen zu lassen, hervorgehoben werden, dass durch Infanterie-Geschosse weit mehr Verletzungen, namentlich in den ersten Monaten des Krieges verursacht wurden, als durch Artillerie-Geschosse.

Immerhin ist ein besonderer Grund, warum ein Infanterie-Geschoss weniger zu einer Tetanusinfektion disponieren soll, nicht einzusehen, mag man auch anerkennen, dass durch Granatsplitter die Wunden eine unregelmässigere, zerfetztere Gestalt mit tiefen Buchten und Taschen bekommen.

Aber ein Infanterie-Querschläger setzt ähnliche Verwüstungen und prallt ein Infanterie-Geschoss, das regelrecht mit der Spitze eingedrungen war, am Knochen auf, so macht es eine Drehung und wirkt nun auch als Querschläger; ferner muss man sich klar machen, dass auch durch das Eindringen eines Infanterie-Geschosses, das einen geraden Schusskanal verursacht, das umliegende Gewebe in hohem Masse gepresst und gequetscht wird. Es kommt eine Alteration in dem getroffenen Teile des Organismus zustande, sodass Tetanusbazillen dort hinreichende Lebensbedingungen finden, wenn noch dazu Tuchfetzen oder sonstige Fremdkörper mitgerissen werden. Dass auch nach Lockerung eines Verbandes auf dem Transport in unsauberen Wagen, auf Strohlagern, deren Verwendung zu Zeiten nicht vermeidlich ist, eine Tetanusinfektion noch zustande kommen kann, ist nur zu begreiflich.

Czerny sieht in der Verbesserung der Transport-Verhältnisse „ein gut Teil Prophylaxe gegen den Tetanus“.

Die prophylaktische Behandlung am Verwundeten selbst wird zunächst an der Wunde beginnen müssen. Fürs erste sind Gewebsteile und Trümmer, die aus dem Zusammenhang getrennt sind und mit der Zirkulation nicht mehr in Verbindung stehen, zu exzidieren, da sie unter allen Umständen nekrotisieren und dann für Tetanusbazillen einen geeigneten Nährboden abgeben würden. Die moderne Chirurgie verlangt hier ein Operieren im Gesunden, die gesamten Wundränder müssen also angefrischt werden. Auch Buchten und Falten müssen nach Möglichkeit mit dem Messer beseitigt werden. Mit gleicher Peinlichkeit und Gründlichkeit muss die Entfernung von Fremdkörpern, Projektilen, Schmutz und Kleiderfetzen vorgenommen werden. Man bedenke nur, dass diese die weissen Blutkörperchen anlocken und so die Sauerstoffträger an sich ziehen, die besser mit der Vernichtung der Tetanusbazillen beschäftigt würden. Zudem verursachen vielfach solche Fremdkörper, besonders Tuchfetzen, jauchige Zersetzung.

Am besten wird die chirurgisch vorbehandelte Wunde nun reichlich mit Wasserstoffsuperoxyd bespült, denn neben der reichlichen Sauerstoffzufuhr werden durch die reichliche Bläschenbildung, die durch die Spülung mit H_2O_2 zustande kommt, auch die kleinsten, eventl. noch vorhandenen, mit blossem Auge nicht wahrnehmbaren Staubteilchen rein mechanisch vom Wundgrunde losgerissen.

Die Wunde wird zweckmässig mit Kompressen gefüllt, die mit H_2O_2 getränkt sind, 1—2 mal stündlich nachgetränkt und 2—3 mal am Tage gewechselt werden.

„Für Schusskanäle, die nicht nach aussen gespalten werden können, eignet sich das Wasserstoffsuperoxyd in fester Form, das als Perhydrit von Merk in den Handel gebracht wird und als Stifte oder Pulver zur Verwendung gelangt. In dieser Form ist es auch für Knochenwunden sehr brauchbar. Von der Verwendung anderer Superoxyde wird man wohl absehen müssen, weil die nach Abspaltung des Sauerstoffes mit dem Gewebesaft sich bildenden Hydrate teils ätzende, teils giftige Wirkung haben“ [1]).

v. Behring[2]) empfiehlt eine zweckentsprechende Jod-Behandlung und zwar nach seinen Erfahrungen für Behandlung von Wunden mit übelriechendem Sekret das Jodoform in grobkristallinischer Gestalt und für gutartig aussehende Wunden die Irrigation mit Jodtrichlorid-Lösung (0,1 – 0,5 %).

Ein ähnliches Wasserstoffsuperoxyd-Präparat empfiehlt Weintraud in Nr. 42 der Berlin. klin. Wochenschr. 1914. Es sind das die sogenannten Ortizonstäbchen, die von Bayer & Co. in den Elberfelder Farbenfabriken hergestellt und in bequemer, handlicher Form in den Handel gebracht werden.

Ed. Müller[3]), Marburg, berichtet, er habe neben mehrmaliger, täglich längerer Berieselung der Wunden mit dünnen H_2O_2-Lösungen auch eine häufige, energische,

[1]) Mühsam-Berlin: „Beitrag zur Behandlung des Tetanus“. Nr. 45 der Berl. klin. Wochenschr. 1914.

[2]) v. Behring: „Indikationen für die serumtherapeutische Tetanusbekämpfung“. Nr. 41 der Deutsch. med. Wochenschr. 1914.

[3]) In Nr. 46 der Feldärztl. Beilage der Münchn. med. Wochenschrift. 1914.

gasförmige Sauerstoffzufuhr in die Wunden mit Hilfe der Sauerstoffbomben betrieben.

Weintraud bringt auch den Ratschlag, man möge bei tetanusverdächtigen Wunden von umfangreichen, dicken Verbänden absehen, weil gerade dadurch ein vollständiger Abschluss von Luftsauerstoff geschaffen wird, welcher der Lebensfähigkeit von Tetanus-Bazillen nur förderlich sein kann.

Jakobsthal und F. Tamm in Hamburg haben durch systematische Untersuchungen gezeigt, dass Tetanussporen, wie auch die Anaëroben aus der Gruppe des malignen Oedems, ausserordentlich empfindlich gegen kurzwelliges ultraviolettes Licht sind und referieren folgendes in Nr. 48 der Münch. med. Wochenschrift 1914: „Dementsprecheud haben wir künstlich und natürlich mit Tetanus infizierte Wunden den Strahlen der Kromayer'schen Quarzlampe und der künstlichen Höhen-Sonne ausgesetzt. In einer Anzahl von Fällen ist es uns gelungen, so die Tetanusbazillen und Oedembazillen vollständig zu entfernen. Die Strahlen der Höhen-Sonne werden 15—45 Minuten bei 25 cm Abstand unter Abdeckung der Umgebung sehr gut vertragen. Die Applikation der Quarzlampenstrahlen in tiefe Höhlen der Wunden erfolgt mittels besonderer von uns angegebener Quarzstäbe".

Als prophylaktische Massnahme gegen Tetanus wird immer noch die Amputation genannt. Wenn man es aber einer Wunde durchaus nicht ansehen kann, ob sie mit Tetanusbazillen infiziert ist oder nicht — Teta-

nus ist schon aufgetreten nach den harmlosesten Verwundungen, auf der anderen Seite nicht aufgetreten nach weitgehenden Gewebszertrümmerungen verbunden mit starker Eiterung — so müssen doch folgerichtig, will man nicht wegen jeder Wunde amputieren, die ersten Starrkrampfsymptome abgewartet bezw. beobachtet werden. Treten aber solche einmal auf, so ist die Verankerung der Tetanustoxine im Zentralnervensystem bereits vor sich gegangen und der Ausgang der Krankheit ist nur mehr abhängig von der Grösse der Dosis.

In neuester Zeit wird nun nicht mehr der Trismus als erstes Symptom angegeben, sondern der sogenannte „lokale Tetanus", den Maria Knippen von 75 Fällen 15 mal beobachtet hat.

Der „lokale Tetanus" äussert sich in einer auffälligen Steifigkeit des verletzten Gliedes, in schmerzhaftem Ziehen mit Spontanzuckungen daselbst. Diesem lokalen Tetanus misst Ed. Müller[1]) grosse theoretische Bedeutung zu: „Bei hämatogenem Gifttransport wäre der Krankheitsbeginn in den zu den verletzten Körperteilen gehörigen Segmenten des Zentralnervensystems kaum verständlich".

Stricker[2]) gibt unter den allerersten Initialsymptomen Allgemeinerscheinungen an: „Veränderte Gemütsstimmung, ängstlich weinerliches Wesen, Ungeduld, Schlaflosigkeit und Appetitverschlechterung." Ferner erwähnt er noch starke Schweisse, 1—2 Tage vor

[1]) In Nr. 46 d. Münch. med. Wochenschrift 1914.

[2]) Stricker: „Vorschlag für eine Sammelforschung über Tetanus". Deutsch. med. Wochenschrift 1914 Nr. 52.

Auftreten des Trismus, Stuhl- und Urinverhaltung, Schlaflosigkeit, Beklemmungsgefühl, Steifigkeit und ziehende Schmerzen im Kreuz oder den Schulterblättern.

Das alles sind aber doch Erscheinungen so unbestimmter Art, dass es ausserordentlich schwer ist, aus ihnen einen beginnenden Tetanus herauszudiagnostizieren und man wird es sich besonders bei sonst gut aussehender Wunde noch sehr überlegen zu einer Amputation zu schreiten, zumal vor letzterer von den bedeutendsten Kennern des Tetanus abgeraten wird.

Kreuter[1]) in Erlangen sagt folgendes: „Interessant sind in dieser Beziehung Versuche amerikanischer Autoren, welche bei 50 Meerschweinchen, 30 Hunden und 10 Schafen gemacht wurden, um den Wert der Amputation als solcher festzustellen. Sofort, nachdem die ersten Erscheinungen von Starrkrampf auftraten, wurde den Tieren der infizierte Schweif abgenommen und zwar ohne jede weitere spezifische Behandlung. Tiere, die amputiert waren, starben in derselben Zeit und unter den gleichen Symptomen wie solche, die nicht amputiert waren. Die Operation als solche hat somit keinerlei Einfluss auf den Krankheitsverlauf aufzuweisen".

Auch Hochhaus[2]) bekennt sich als Gegner der Amputations-Methode. Er berichtet über 5 diesbezügliche Beobachtungen.

---

[1]) Kreuter: „Ueber einige praktisch wichtige Gesichtspunkte in der Tetanusfrage". Nr. 40 d. Münch. med. Wochenschrift 1914.

[2]) Hochhaus: „Erfahrungen über die Behandlung des Tetanus". Nr. 46 d. Münch. med. Wochenschrift 1914.

„Fall 1. R. H., am 18. IX. an der linken Hand verwundet durch Infanterie-Geschoss. Am 27. IX. Amputation mehrerer Finger, 24 Stunden später Beginn des Tetanus, der am 6. X. tödlich endete.

Fall 2. G. E., am 17. IX. am linken Vorderarm verwundet durch Granatsplitter; am 24. IX. Oberarmamputation; am 30. IX. Trismus; am 3. X. tot.

Fall 3. G. R., am 17. IX. am Fuss verwundet durch Schrapnellschuss; am 28. IX. Amputation des Fusses; am 4. X. Trismus; geheilt.

Fall 4. W. F., am 27. IX. Wunde am rechten Unterschenkel durch Infanterie-Geschoss; am 4. X. Amputation; am 7. X. Trismus; am 11. X. tot.

Fall 5. T. H., am 29. IX. verwundet am linken Fuss durch Schrapnellschuss; Amputation am 9. X.; am 10. X. Tetanus; am 14. X. tot.“

Die vorhandenen Fälle beweisen wohl zur Genüge, dass auch eine Amputation vor Ausbruch des Tetanus keinen Schutz vor der Erkrankung gewährt; dieselbe dürfte also nach diesen Erfahrungen nicht anzuempfehlen sein.

In der kurativen Behandlung sowohl als auch noch vielmehr in der Prophylaxe steht obenan die Anwendung des Tetanusantitoxins, welches durch aktive Immunisierung von Pferden gewonnen wird. Das sogenannte Tetanusserum, oder wie es v. Behring selbst nennt, Tetanusimmunserum, wird in Deutschland hergestellt von den Behring-Werken Marburg-Bremen und den Farbwerken in Höchst a. M.

Es kommt in flüssiger, fester und pulverisierter Form in den Handel. Das Tetanusserum wird auch bei der lokalen Wundbehandlung zur Anwendung gebracht.

Vielfach werden die Wunden mit Tetanus-Antitoxinpulver bestreut, oder aber man tamponiert die Wunde mit Gazestreifen, die mit Serum getränkt sind. Ferner wird Tetanus-Antitoxin in die Wundflächen selbs injiziert oder in die nächste Wundumgebung.

Für den Erfolg dieser lokalen prophylaktischen Serumbehandlung lassen sich aus der Literatur zahlreiche Beweise erbringen, und sie wird auch allenthalben von allen neueren Autoren empfohlen. Nach v. Behring [1]) genügen zur prophylaktischen Impfung 20 AE. Er sagt:

„Zum Beweise dafür, dass mein Tetanusantitoxin ein gutes Immunisierungsmittel ist, mögen einige Zitate dienen.

Unter dem Titel „Vorbeugende Wundstarrkrampfimpfungen" hat Dr. Victor Hufnagel, Stabsarzt d. L. und z. Zeit Chefarzt des Kaiserl. Deutschen Festungslazaretts Namur in Nr. 51 d. Deutsch. med. Wochenschrift 1914 folgendes mitgeteilt: „Im Festungslazarett Namur gelangten vom 11. September, dem Tage seiner Einrichtung ab, im ganzen 2193 Mannschaften bis zum 30. November zur Aufnahme, darunter 27 Tetanusfälle. Die gesammelten Erfahrungen sollen in dieser Wochenschrift zur Veröffentlichung kommen. Vom 15. Oktober ab wurde bei sämtlichen in grosser Anzahl täglich zugehenden

[1]) v. Behring: „Mein Tetanusserum". Nr. 6 der Berliner klin. Wochenschrift 1915.

Verwundeten eine vorbeugende Impfung (20 AE) vorgenommen. Seitdem ist kein Geimpfter mehr erkrankt, obgleich sich unter den 1195 seit dem letztgenannten Tage zugegangenen Mannschaften sehr viele, zum grossen Teile sehr schwer Verwundete befanden".

Ich finde ferner in der vortrefflichen Monographie von Georg Dreyfuss folgende Angaben:

„Scherk teilt mit, dass in New-York im Jahre 1903 von 56 Verletzungen mit Platzpatronen 16 an Tetanus starben, während 1904 bis 1906 bei 291 derartig Verletzten, die prophylaktisch injiziert wurden, kein einziger an Tetanus erkrankte."

E. Kraus berichtet von der Prager Frauenklinik, dass eine Tetanus-Endemie erst dann völlig verschwand, als jede Gebärende prophylaktisch mit Antitoxin behandelt wurde.

Nocard führt aus, dass erst bei solchen kastrierten Pferden, welche der Präventivimpfung unterzogen wurden, der Tetanus restlos verschwand, während er früher in Hunderten von Fällen beobachtet wurde.

Letulle führte in Indochina bei sämtlichen Neugeborenen die prophylaktische Injektion durch. Während vordem angeblich der 5. Teil aller Neugeborenen an Tetanus zugrunde ging, sollen nach der Anwendung von Antitoxin keine Fälle von Tetanus mehr vorgekommen sein."

Ähnliche glänzende Resultate lassen sich überall dort verzeichnen, wo die prophylaktische Impfung sofort ausgeführt wurde und die Serumbehandlung nicht erst nach dem Auftreten von Initialsymptomen eingeleitet wurde. Es kommt eben nach Einverleibung von den

20 AE zu einer richtigen passiven Immunisierung des ganzen Organismus. Denn es kreisen im Blute überall Antitoxine, die mit dem Tetanusgift, das zunächst an der Wundstelle oder in der Blutbahn, aber noch nicht an Nervensubstanz gebunden, sich findet, sich verankern und es paralysieren. Und wenn behauptet wird, dass zur vollständigen Durchführung der prophylaktischen Impfung der zurzeit im Feld verwundeten Soldaten es an der nötigen Menge von Tetanusserum fehlt, so ist das jetzt nicht mehr richtig, wo v. Behring in dem Aufsatz: „Mein Tetanusimmunserum" mitteilt, dass monatlich allein aus Marburg mindestens 1 200 000 AE zur Verfügung ständen, das sind 60 000 Schutzdosen von der üblichen Stärke von 20 AE. Rechnet man hinzu, was noch die Höchster Farbwerke an Tetanusserum liefern können, so kommt man für den Monat auf 100 000 Schutzdosen.

Freilich muss, wie gesagt, die prophylaktische Impfung sofort erfolgen, wenn die Immunisierung in „sicherer", in „einigermassen sicherer" Weise Schutz vor Wundstarrkrampf verleihen soll.

Ist es einmal nach Verwundung zu Tetanuserscheinungen gekommen, so vermag keine Therapie der Welt mehr die im Zentralnervensystem schon verankerten Toxine wieder loszureisen und unschädlich zu machen, die Prognose muss sich jetzt fürs erste nach der Menge des dort verankerten Giftes richten. Aufgabe der kurativen Therapie ist es nun ein weiteres Vordringen von Tetanusgiften zum Zentralnervensystem zu verhindern. Wenn man sich überlegt, dass der Hauptweg der To-

xine der Nervenweg ist, und durch eine Injektion von Tetanusantitoxin in einen peripheren Nerven dieser Weg für die Toxine ungangbar gemacht wird indem an der Injektionsstelle ein sogenannter „Block“ zustande kommt, so eröffnet sich hiermit eine neue Möglichkeit die giftigen Toxine unschädlich zu machen.

An dieser Stelle kann ich es mir nicht versagen folgende drastische Erzählung von v. Behring [1]) wiederzugeben: „Einer meiner technischen Mitarbeiter, H. Sch., der seit einem Vierteljahrhundert bei mir tätig ist, erlitt an der rechten palma manus dadurch eine Tetanusinfektion, dass ihm ein Literkolben mit Tetanusbouillonkultur in der Hand zerbrach, wobei Glassplitter in die Tiefe unter das sehnige Gewebe drangen. Das geschah am Sonntag, den 9. Nov. 1902, vorm. 9 Uhr. Am gleichen Tage nachmittags kam er in die Behandlung von dem jetzigen Würzburger Chirurgen Enderlen, der ihm, neben sorgfältiger antiseptischer Behandlung, am rechten Arm eine reichliche Antitoxininjektion verabfolgte. Nach wenigen Tagen war die Handwunde geheilt. Aber schon nach vier Tagen machten sich krankhafte, tetanusverdächtige Symptome bemerkbar, die am Freitag, den 13. Nov., in unzweideutigen Starrkrampf der Unterarmmuskulatur übergingen und trotz weiterer Serumeinspritzungen bis zum Montag, den 16., zum Tetanus der Schultermuskulatur, Kinnbackenstarrkrampf, Starre der Augenlidmuskulatur und bösen Allgemeinsymptomen sich steigerten. Die Prognose beim Consilium zwischen Küster,

[1]) v. Behring: „Indikationen für die serumtherapeutische Tetanusbekämpfung“.

dem Direktor der chirurgischen Klinik, Enderlen und mir wurde so ungünstig gestellt, dass ich nur noch von der neuralen Injektion mir Rettung versprechen konnte. Küster legte dann die Hauptnervenstämme in der rechten Achselhöhle frei und injizierte in jeden von ihnen von meinem stärksten Serum so viel als möglich. Und das Wunderbare wurde nun Ereignis. Der Tetanus kam zum Stillstand und gelangte dann zwar sehr langsam, aber nach stetiger Besserung zur Heilung. Lange Zeit war die Gebrauchsfähigkeit des rechten Armes beeinträchtigt, ist aber dann vollständig wiedergekehrt."

Aus diesem von v. Behring selbst geschilderten Fall ist deutlich erkennbar, was eine Applikation von Antitoxin in den zur Verwundung anatomisch in Betracht kommenden peripheren Nervenstamm zu leisten vermag. Wenn auch schon ein Teil des Tetanusgiftes im Zentralnervensystem sich verankert hat, so ist doch der in der Nervenbahn noch auf Wanderschaft befindliche Rest zu paralysieren.

Dass die Hauptgiftleitung im peripheren Muskelnerven vor sich geht, dafür mag der sogenannte „lokale Tetanus" zum Beweise dienen. Freilich gerät diese endoneurale Giftsperrung, bei weitgehenden Zertrümmerungen einer Extremität auf Schwierigkeiten, wo schliesslich jeder einzelne Nerv als Giftleiter in Betracht kommt. In einem solchen Falle müsste man eben zur Freilegung des zugehörigen Nervenplexus samt dessen Wurzeln schreiten, um eine wirksame Applikation von Antitoxinen zustande zu bringen.

Eine andere Art, die Giftzufuhr im Nervensystem

selbst zu sperren, ist die intralumbale Anwendung des Serums. Durch eine solche werden die Tetanusgifte an den Nervenwurzeln des Rückenmarks unschädlich gemacht. Die ersten Untersuchungen hierüber stammen von Permin.

Bei bereits bestehendem Opistotonus kann die Duralinfusion, natürlich nur in Narkose, am besten in Chloroform-Narkose, vorgenommen werden. Vorerst werden 15 ccm liquor cerebrospinalis entleert, um dann 100 AE langsam in den Wirbelkanal einfliessen zu lassen. Diese Art der Seruminjektion kann im Tage des öfteren wiederholt werden ohne Schaden für den Patienten; Serumkrankheit, anaphylaktischer Chok, Exantheme können bei Behandlung einer so bedrohlichen Krankheit, wie Tetanus, nicht ernstlich dagegen in Anschlag gebracht werden. Ferner darf man sich keineswegs darüber wundern, wenn nach einer Lumbalpunktion die tetanischen Krämpfe sich nicht lösen und überhaupt die tetanischen Symptome nicht sogleich zurückgehen. Die Antitoxine geben sich ja nur mit der Vernichtung des Tetanusgiftes ab, das in den Vorderhornzellen des Rückenmarks noch nicht verankert ist. Die Bekämpfung der Krämpfe und der Muskelstarre muss immer der symptomatischen Behandlung vorbehalten bleiben.

Die Duralinfusion empfiehlt Kreuter bei Fällen mit kurzer, nicht mehr als zehntägiger Inkubationszeit; handelt es sich doch in diesen Fällen nur darum, weiteres Tetanusgift an der Verankerung im Rückenmark zu hindern.

Bei leichteren Fällen, also bei solchen mit länger

als zehntägiger Inkubationszeit, wendet er die intravenöse Injektion an. H. Meyer [1]), der Wiener Pharmakologe, sagt folgendes: „Das zentrale Nervensystem und die peripherischen Nerven nehmen das Antitoxin aus dem Blute nicht auf".

So können also durch die intravenöse Seruminjektion nur jene Toxine unschädlich gemacht werden, die noch am Orte ihrer Produktion oder in der Blutbahn sich befinden und noch an keine Nervenendigung gelangt sind.

Kreuter und die meisten Autoren kombinieren die Lumbalinjektion mit der letztgenannten und kommen auf Grund dieser Behandlung zu auffallend günstigen Resultaten.

Von 31 Tetanusfällen hat Kreuter nur 11 Tote zu verzeichnen; das bedeutet eine Mortalität von 35,5 %.

Dass man von einer subkutanen und intramuskulären Seruminjektion nicht mehr erwarten kann, als von der intravenösen, liegt auf der Hand.

Was die Verschiedenheit in der Applikation des Serums betrifft, gehen in dieser Beziehung Dreyfus [2]) und Unger [2]) am weitesten. Zunächst wird die Wunde mit in Antitoxin getränkten Streifen austamponiert. Darauf folgt die intralumbale Injektion von 100 AE und eine intravenöse von 100—300 AE. Daran schliesst sich noch die endoneurale Einspritzung des Antitoxins (100 AE). Zudem wird in die nächste Wundumgebung auch noch

[1]) H. Meyer und R. Gottlieb: „Die experimentelle Pharmakologie".

[2]) G. Dreyfus und W. Unger in Nr. 51 der Münchn. med. Wochenschr. 1914.

subkutane und intramuskuläre Injektion vorgenommen. Gewiss ist diese Antitoxinüberschwemmungstherapie gerechtfertigt, indem durch dieselbe bezweckt wird, auf allen nur möglichen Wegen die Toxine unschädlich zu machen. Die beiden genannten Autoren scheuen sich auch nicht vor Anwendung ungewöhnlich hoher Dosen und nehmen Nebenwirkungen ihrer Überschwemmungstherapie ruhig hin, wie hohen Temperaturanstieg, Durchfälle, Erbrechen, urticariaartige Exantheme; zweimal beobachteten sie anaphylaktischen Chok.

Alle diese Erscheinungen gingen aber nach Aussetzen von Seruminjektionen prompt zurück. Die höchste bei einem Patienten angewendete Gesamtdosis betrug 3800 AE. Bemerkenswert ist, dass durch diese Therapie vier schwere Fälle ausnahmslos zur Heilung gelangten. Bei Kreuter beträgt die Höchstgabe an Serum für einen Kranken 2400 AE.

Den intraarteriellen Weg bei Tetanusserumapplikation hat zum erstenmale Heddäus[1]) eingeschlagen. Er ging dabei von der Erwägung aus, dass das Gehirn der Hauptort der Vergiftung sei, präparierte die Carotis frei und spritzte in dieselbe, die Nadel in schräger Richtung zum Blutstrom führend, das Tetanusantitoxin ein. Nebenerscheinungen hat er nicht beobachtet. Diese Methode kombiniert er mit der Subduralinfusion. Auf diese Weise brachte er von 8 Fällen 6 zur Heilung.

Originell ist die intraarterielle Serumapplikation, wie sie E. Unger entsprechend den Beobachtungen von

[1]) Heddäus in Nr. 44 der Münchn. med. Wochenschr. 1914 „Beiträge zur Heilserumbehandlung des Tetanus".

Heddäus in bis jetzt allerdings nur einem Falle angewendet hat. Es handelte sich um einen mittelschweren Fall, der zur Heilung gebracht wurde. Über die Art der Ausführung berichtet Unger[1]) folgendes: „Die Arteria ulnaris (wohl besser als die Arteria radialis) wird freigelegt, eine kleine Inzision gemacht und ein Urether-katheter (in Dampf sterilisiert, mit Kochsalzlösung durchspült) soweit hinauf geführt, dass seine Mündung im Aortenbogen etwa liegt. Der Katheter ist vorher mit einer Spritze, die das Tetanusantitoxin enthält, armiert; spritzt man jetzt dasselbe ein, so wird das Antitoxin durch die Carotiden ins Gehirn, durch die Aorta descedens und ihre Äste ins Rückenmark geschleudert".

Unger glaubt dadurch den Vorteil errungen zu haben, dass die Antitoxine auf dem schnellsten Wege in Gehirn und Rückenmark gelangen, ohne dass sie auf dem Bluttransport abgebaut werden.

Jacobsthal[2]) hat am Tierexperiment die Wirkung von Salvarsan auf den Tetanus studiert und kommt zu dem Ergebnis, dass ein günstiger Einfluss unzweifelhaft nachweisbar ist. Wahrscheinlich handelt es sich um eine Steigerung der Antitoxinbildung.

Rothfuchs[3]) berichtet zunächst von 2 Fällen, die durch Salvarsan neben Antitoxin in hervorragend günstiger Weise beeinflusst worden seien. Die beiden Fälle sind zur Heilung gelangt. Von weiteren 6 Fällen, die in

[1]) Unger in Nr. 42 der Berl. klin. Wochenschr. 1914.

[2]) Jacobsthal: „Diskussion im Ärztl. Verein zu Hamburg". Sitzung vom 17. Nov. 1914.

[3]) Rothfuchs in Nr. 46 der Münch. Wochenschrift 1914.

gleicher Weise behandelt wurden, starb nur einer und dieser an Pneumonie.

4 Fälle waren schwerer Natur, 2 waren mittelschwer.

Rothfuchs behauptet, dass das Salvarsan den Tetanus insofern günstig beinflusse, als es seinen akuten Verlauf in eine leichtere, langsamer verlaufende Form überführe.

Es genügen 2 Salvarsan-Injektionen zu 0,3, die am besten am 2. und 3. Tage des Tetanusausbruches gegeben werden, nachdem am ersten Tage die Antitoxinbehandlung begonnen hat.

Neben der spezifischen Tetanusbehandlung muss immer eine wohldurchdachte Anwendung symptomatisch wirkender Mittel einhergehen. So wird die Dosierung der eigentlichen Narkotika, Morphium, Chloralhydrat, Paraldehyd, Pantopon, Opium sich immer nach der Art und Stärke der Krampfsymptome und der Muskelstarre richten. Auch die kombinierte Morphium-Skopolamin-Behandlung wird als besonders sicher krampfstillend gerühmt (Dr. Knippen.)

Verhältnismässig selten wird in Deutschland in der Tetanusbehandlung die subkutane Karbolsäure-Injektion zur Anwendung gebracht. Diese wird ganz ausserordentlich von dem Italiener Baccelli gerühmt. Er berechnet auf Grund von 190 Fällen die Mortalität bei den sehr schweren Fällen auf 20%, bei den schweren Fällen auf 2%. (Berl. klin. Wochenschrift Nr. 23, 1911.) 2% iges Karbolwasser wird subkutan injiziert und zwar hiervon 5 ccm. Die Injektion kann pro die 5 6 mal ausgeführt

werden. Doch berichtet Hochhaus[1]), dass die sedative Wirkung der Karbolsäure auf das Nervensystem nur bei leichteren Fällen wirksam gewesen sei. So berichtet Maria Knippen, dass in dem von Hochhaus geleiteten Spital 20 Tetanusfälle mit Karbolsäure-Injektionen behandelt worden, und 13 davon ad exitum gekommen seien.

Über ausgezeichnete Erfolge nach der von Baccelli angegebenen Methode berichten C. Arnd und F. Krumbein[2]). So hat Elsässer an der Kocherschen Klinik von 5 mit Karbol behandelten Fällen 3 geheilt. Einer der geheilten Fälle hatte nur eine 3tägige Inkubationszeit. Arnd und Krumbein empfehlen kombiniert mit Antitoxin das Karbol auch als Prophylaktikum, ausgehend von der Erfahrung, dass Phenol sowohl die Tetanuskultur als auch das Toxin sehr stark und sehr bald abschwächt. Die günstige prophylaktische Wirkung des Phenols wurde denn auch von den beiden Autoren einwandfrei am Tierexperiment festgestellt. Wenn zur Zeit im Felde eine Injektion von 3%iger Karbollösung nicht möglich wäre, so empfehlen die genannten Autoren als Ersatz eine 4—6 stündliche Verabreichung eines Grammpulvers von Salol.

Von einigen neueren Autoren wird als vorzügliches Narkotikum das Luminal gepriesen. Es wird als leicht lösliches Luminal-Natrium subkutan eingespritzt in Mengen bis zu 2 g pro die. Besonders sollen günstig stärkerer

[1]) Hochhaus in Nr. 46 der Münch. Wochenschrift 1914.

[2]) Arnd und Krumbein in Nr. 48 des Korrespondenzblattes für Schweizer Ärzte 1914.

Trismus und Schluckbeschwerden beeinflusst werden Müller-Marburg[1]) stellt die Wirkung des Luminalnatriums weit über die der übrigen Narkotika. Kühn[2]) in Bad Neuenahr berichtet von einem Tetanusfall, der durch keines der zu Gebote stehenden therapeutischen Mittel beeinflussbar war, bis er Luminalnatrium bis zu einem Gramm pro die injizierte Die Wirkung war eine momentane und gründliche; der Patient fiel in anhaltenden Schlaf und es kam nach Wiederholung dieser Luminalinjektionen auch nur mehr zu Krampfanfällen leichterer Natur; desgleichen löste sich der Trismus. Dreyfus und Unger[3]) berichten von einer dauernden Bewährung des Luminalnatriums besonders in Kombination mit Magnesium sulfuricum.

Die Anwendung des Magnesium sulfuricum als narkotisierendes Mittel ist keineswegs alt. Zum erstenmal in der deutschen Literatur liest man darüber das Wichtigste in Nr. 3 der Berl. klin. Wochenschrift 1906, wo S. J. Meltzer-New York die Ergebnisse seiner in Gemeinschaft mit J. Auer angestellten Studien und Tierexperimente niederlegt.

Der Autor geht zunächst von rein physiologischen Erwägungen aus. In erwähntem Aufsatz heisst es unter anderem:

„Ich verfechte seit langer Zeit die Ansicht, dass ein Lebensphänomen nicht einfach die Folge eines ein-

[1]) Müller-Marburg in Nr. 46 der Münch. med. Wochenschrift 1914.

[2]) Kühn in Nr. 46 der Münch. med. Wochenschrift 1914.

[3]) Dreyfus und Unger in Nr. 51. der Münch. med. Wochenschrift.

zigen Faktors, der Exzitation ist, sondern alle Erscheinungen sind die Ergebnisse eines Kompromisses zwischen beiden antagonistischen Lebensfaktoren, den fundamentalen Lebenskräften, der Exzitation und der Hemmung.“ Wenn bis dahin die Wirkung speziell der 3 anorganischen Bestandteile des Körpers — Natrium, Kalium und Kalzium — auf Muskel und Nerv genauestens studiert war, so ist es das Verdienst von Meltzer und Auer als erste die hemmende Bedeutung des Magnesiums auf den Organismus erkannt zu haben. So beobachtete Meltzer beim Tierversuch nach intracerebraler Einspritzung von Magnesiumsulfat einen lähmungsähnlichen Zustand, eine allgemeine Hemmung. Nach systematischer Fortsetzung von Versuchen zeigte sich, dass nach intravenösen Injektionen auch ganz kleiner Dosen von Magnesiumsulfat und Magnesiumchlorid die Respiration vollständig aufgehoben wird. Desgleichen werden alle willkürlichen und unwillkürlichen Körperbewegungen komplett gehemmt. Doch blieben bei diesen kleinen Dosen Herzschlag und Puls normal. Durch künstliche Atmung kann ein so durch Magnesiumsulfat beeinflusstes Tier am Leben erhalten werden.

Bei direkter Applikation von Magnesiumsulfat an einen Nervenstamm wird an der betreffenden Stelle Leitungs- und Erregungsfähigkeit vollständig aufgehoben. Es entsteht ein vollständiger „Block“, wie er ähnlich durch Kokain hervorgerufen werden kann.

Nach subkutaner Einverleibung von Magnesiumsalz-Lösungen kommt es zu ziemlich andauernder, tiefer Narkose, mit kompletter Muskellähmung, die beide nach

entsprechender Zeit wieder verschwinden. Nach spinaler Einspritzung macht sich eine sofortige Anästhesie und Lähmung der unteren Extremitäten geltend, die sich dann allmählich auch auf die oberen Körperteile erstreckt.

Diese Erfahrungen an Tierversuchen wurden nun insofern beim Menschen verwertet, als man bei chirurgischen Eingriffen das Magnesiumsulfat intralumbal anwendete, um zunächst eine Anästhesie hervorzurufen. Alsbald aber zeigte sich, dass es bei einer intraspinalen Anwendung von $MgSO_4$ — 1 ccm 25%iger Lösung pro 8 kg Körpergewicht — nicht blos nach einer Stunde zu einer vollständigen Anästhesie kam, sondern dass etwa nach $3^1/_2$ Stunden eine tiefe Narkose eintrat, die dann 5 Stunden andauerte. Meltzer berichtet von 12 Operationen, die unter dem wesentlichen oder alleinigen Einfluss von intraspinalen Einspritzungen von $MgSO_4$ in New York ausgeführt wurden. Von allen Narkosemitteln hält er das Magnesiumsulfat für das Harmloseste, weil bei den verwendbaren Dosen Herz und Blutdruck nicht beeinflusst werden. Therapeutisch gegen Tetanus hat zum ersten Male Blake am Roosevelt-Hospital das Magnesiumsulfat angewendet. Es handelte sich um einen schweren Fall. Nachdem die Serumbehandlung und auch die gewöhnlichen Narkotika versagt hatten, trat sofort nach intraspinaler Injektion von Magnesiumsulfat vollkommene Erleichterung ein. Die Einspritzung wurde noch 5 mal wiederholt und der Patient kam zur Heilung.

Als Antagonisten des Magnesiumsulfates hat Meltzer das Kalzium erkannt. Die paralysierende Wirkung des Kalziums auf das Magnesium illustriert er durch folgenden

Versuch, der von Dr. H. Stadler[1]) beschrieben ist. Einem Kaninchen wird subkutan 25%iges $MgSO_4$ in einer Dosis von 7 ccm pro kg Körpergewicht eingespritzt. Nach 15—30 Minuten kommt das Tier in den Zustand tiefster Narkose Auch die Atmung ist kaum mehr sichtbar und der Puls sehr klein und rasch. Auf eine intravenöse Injektion von 5—10 ccm 5%iger $CaCl_2$-Lösung atmet das Tier in 20 Sekunden wieder und in kurzem ist es von einem gesunden nicht zu unterscheiden. In Europa hat als erster die Behandlung des Tetanus mit Magnesiumsulfat Kocher geübt und zwar zu einer Zeit, wo das $MgSO_4$ in Amerika nur spärliche Anwendung fand. Er hat von 7 Fällen 6 geheilt. Den einen Fall verlor er durch Sinusthrombose. Bei 5 Fällen beobachtete er Atemstillstand. Diesen bekämpfte er jedesmal mit Erfolg durch intratracheale Sauerstoffinsufflation, wobei er in 4 Fällen die Tracheotomie ausführte. Er rät wegen des zu erwartenden Atemstillstandes zur prophylaktischen Tracheotomie.

Nach anderen Autoren, wie Arnd, kann einer beginnenden Atemlähmung auch durch Ausspülen des Lumbalsackes mit physiologischer Kochsalzlösung oder durch intravenöse Injektion von 5%iger Chlorkalzium-Lösung begegnet werden; gleichzeitig kann Physostigmin injiziert werden.

Kocher und Meltzer weisen neuerdings darauf hin, dass eine Schädigung der Zentren im Halsmark durch Hochlagerung des Kopfes und Oberkörpers hintangehalten werden kann, besonders bei stärker konzen-

[1]) Stadler in Nr. 1 der Berl. klin. Wochenschrift 1914.

trierter $MgSO_4$-Lösung — wenigstens nicht unter 15 %, dünnere Lösungen diffundieren zu leicht auch nach den höher gelegenen Partien des Zentralnervensystems. So empfiehlt sich für die intralumbale Injektion eine $MgSO_4$-Lösung von 15 25 %. Nach Meltzer sollen 1,2 ccm dieser Lösung pro 10 kg Körpergewicht injiziert werden nach vorherigem Ablassen der gleichen Menge Liquor.

Ähnliche Mengen können auch zu intravenöser, subkutaner oder intramuskulärer Anwendung gebracht werden. Als die harmloseste Methode gilt die subkutane. Doch soll wegen der zu erwartenden Atemhemmung die Dose von 2 gr pro 10 kg Körpergewicht nicht überschritten werden.

Wegen der Dosierung im allgemeinen lassen sich in keinem Falle feste Regeln aufstellen, vielmehr muss die notwendige Quantität in jedem einzelnen Falle tastend gefunden werden, was bei einiger Aufmerksamkeit und guter Beobachtung immer gelingen wird. Wenn Stadler[1]) in der Literatur vielfach mässige bis schlechte Heilresultate findet, so führt er das einerseits auf die Schwierigkeit der Methode der Behandlung zurück, anderseits aber auch auf die ungenügende und unrichtige Anwendung des $MgSO_4$. Er hat in Nr. 3 der Berliner klin. Wochenschrift 1914 51 schwere Fälle zusammengestellt, die mit intralumbaler Injektion von $MgSO_4$ behandelt wurden; dabei ging natürlich immer die Behandlung mit Serum und unterstützenden Narkoticis einher. Von den 51 Fällen starben 22. Stadler stellt auch eine Statistik von mit subkutanen $MgSO_4$-Injektionen behandelten

[1]) Stadler, in Nr. 1 d. Berl. klin. Wochenschrift 1914.

Tetanusfällen auf. Von 7 Fällen (darunter befinden sich 3 schwere) gelangten 7 zur Heilung. Ein glänzendes Ergebnis. Daher empfiehlt Stadler die subkutane Methode, die auch leicht auszuführen ist, zur Anwendung im Felde. Falk und Kocher empfehlen diese Methode noch besonders für Kinder und warnen bei diesen vor der intralumbalen Injektion wegen schon beobachteter Misserfolge und der zu grossen Schwierigkeit bei regelrechter Durchführung. Als die gefährlichste Methode gilt die intravenöse Injektion, da durch eine solche leicht Gefahren auch für das Herz entstehen sollen, während durch lumbale Injektionen wohl die Atmung geschädigt werden kann, nie aber die Herztätigkeit. Doch sind bis jetzt schlimme Erfahrungen, welche gegen die intravenöse Injektion sprechen, nicht gemacht worden. Kreuter[1]) gibt die gute und fast augenblickliche Beeinflussung der Krämpfe durch $MgSO_4$ zu, hat aber schwere Atemstörungen beobachtet, bei denen stundenlang künstliche Atmung notwendig war. Falk[2]) berichtet, er habe bei subkutaner $MgSO_4$-Behandlung sich einer 30prozent. Lösung bedient, die Einzeldosis von 9 gr und Tagesdosis von 24 gr seien gut vertragen worden. K. W. Eunike[3]) berichtet, dass 5 sehr schwere Fälle in keiner Weise durch $MgSO_4$ hätten beeinflusst werden können und ohne Ausnahme ad exitum gelangt seien. Doch sei bei 3 nicht ganz schweren Fällen die günstige Wirkung des $MgSO_4$ deutlich erkennbar gewesen. Er wendete die von Kocher angegebene Methode

[1]) Kreuter in Nr. 40 d. Münch. med. Wochenschrift 1914.
[2]) Falk-Berlin in Nr. 44 d. Deutschen med. Klinik 1914.
[3]) Eunike in Nr. 45 d. Münchn. med. Wochenschrift 1914

an, bei der eine 10prozent. Lösung bis zu 10 ccm intradural injiziert wird. Prof. Hochhaus-Cöln, bezeichnet das $MgSO_4$ als ein recht brauchbares Mittel in Kombination mit Morphium. Bei 3 sehr schweren Fällen injizierte er intralumbal 6 ccm einer 25prozent. Lösung, die Wirkung auf die Krämpfe war zwar eine gute, doch kamen alle 3 Fälle ad exitum. Weiter behandelte er 17 schwere Fälle mit subkutanen Injektionen von $MgSO_4$. Anfänglich nahm er 3 mal 10 - 15 ccm der 25prozent. Lösung, später spritzte er in 24 Stunden 100 ccm der gleichen Lösung ein. Dann ging er in der Dosierung noch höher, indem er eine 40prozent. Lösung anwandte und hiervon 60—80 ccm, ja auch 100 ccm, pro die einverleibte. Von 17 so behandelten schweren Fällen starben 12. Respirationslähmungen hat er nicht beobachtet, wohl aber trat zuweilen an der Injektionsstelle grosse Schmerzhaftigkeit auf, die aber durch Morphiuminjektion beseitigt werden konnte. Abszesse, die auch an der Injektionsstelle entstanden waren, erwiesen sich als harmlos und heilten nach Inzision rasch ab.

Madelung[1]) erwähnt 3 Fälle, denen ausser Antitoxin, Morphium und Chloral $MgSO_4$ verabreicht wurde. „In einem von diesen wurden im ganzen 75 gr, im anderen 90 gr in 15prozent. Lösung injiziert. Alle 3 Fälle kamen zur Genesung."

Über das Wesen der Magnesiumnarkose legt Cloetta[2]) die neuesten grundlegenden Forschungser-

[1]) Madelung in Strassburger med. Zeitung. XI. Jahrgang. 12. Heft.

[2]) Cloetta: „Über das Wesen der Magnesiumnarkose" in Nr. 3 des Korrespondenzblattes für Schweizer Ärzte. 1915.

gebnisse nieder. Zunächst weist er auf die Resultate des Genfer Pharmakologen Binet hin, der „schon lange vor Auer und Meltzer“ Versuche mit Magnesiuminjektionen angestellt und fürs erste die curare-artige Wirkung des $MgSO_4$, d. h. die Lähmung der peripheren, motorischen Nerven konstatiert hat. Cloetta nun findet, dass der Verlauf der Magnesium-Narkose bei weitem nicht die Gesetzmässigkeit aufweist wie eine Narkose, hervorgerufen durch Körper der Alkoholreihe, wie Chloroform und Äther. Bei letzterer Narkose, die durch den Atmungsweg zustande kommt und überhaupt auf dem Fettlösungsvermögen dieser Narcotica beruht, wird zunächst die Hirnrinde ergriffen, dann erst werden die tieferen Hirnzentren und schliesslich die medulla oblongata in die Narkose hereinbezogen. Diese Reihenfolge erfolgt immer mit Gesetzmässigkeit. Die Magnesiumwirkung dagegen ist vielmehr eine sprunghafte, indem bald das periphere, bald das zentrale Nervensystem stärker gelähmt erscheint. Die Lähmung des letzteren tritt auch meist ganz unvermittelt auf, was besonders bei der medulla oblongata der Fall ist. Überhaupt ist die Lähmungswirkung des Magnesiumsulfates eine weit vielseitigere als die des Chloroforms und des Äthers. Es wirkt auf den Herzmuskel, Skelettmuskel, auf die Nervenenden, auf die Nervenstämme und auf die Ganglienzellen.

Gensler[1]) hat weiter zahlenmässig die wichtige Tatsache festgestellt, „dass einem bestimmten Grad von Hypnose auch ein bestimmter Gehalt des betreffenden

[1]) Gensler in Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie. B. 77. 1914.

Hypnotikums im Gehirn entspricht". Das gilt nur von den Narkoticis der Alkoholreihe, nicht aber vom Magnesiumsulfat. „Bei den in tiefer Magnesiumnarkose sich befindenden Tieren konnte Gensler absolut keine Zunahme des Magnesium-Gehaltes nachweisen; im Gegenteil, es schien derselbe eher noch etwas verringert gegenüber der Norm." (Cloetta.)

Die Art und Weise nun, wie das $MgSO_4$ auf das Nervensystem wirkt, ohne dass es in dasselbe eindringt, muss eine eigenartige sein. Es muss sich um eine Art Fernwirkung handeln. Cloetta führt diese Wirkung auf die elektrolytische Eigenschaft des $MgSO_4$ als Salz zurück, da physikalisch-chemische Beobachtungen längst ergeben haben, dass Colloide, zu diesen gehört das Zellprotoplasma, durch Salze, resp. Elektrolyte stark beeinflusst werden, wenn solche in ihrer Umgebung sich befinden. Wenn Magnesiumsulfat subkutan, intravenös oder subdural appliziert wird, kommt es ebenda zur Wirkung, wo es in nächster Nähe von Nervensubstanz sich befindet. Am unregelmässigsten, gleichsam unabsehbar, wird die Magnesiumwirkung nach einer intravenösen Injektion sein, wo das Magnesiumsalz durch den Blutstrom in die verschiedensten Gebiete getragen werden kann.

Cloetta will wegen der Unregelmässigkeit und Sprunghaftigkeit der Wirkung das $MgSO_4$ in der Therapie des Tetanus nur intralumbal angewendet haben, da die Wirkung durch Lagerung des Patienten und durch Konzentration der Lösung reguliert werden kann.

Getzowa[1]) gibt einen ausserordentlich interessanten Bericht über pathologisch-anatomische Rückenmarksbefunde bei Magnesiumsulfatbehandlung nach Tetanus. Es handelt sich um 8 Fälle von Tetanus, die in Bern mit intraduraler Magnesiuminjektion behandelt waren und zur Sektion kamen, ferner um 2 Fälle von Eklampsie. Die Veränderungen betreffen in erster Linie die graue Substanz. Im Lumbosakralmark finden sich bald in einem, bald in beiden Vorderhörnern „nekrotisch-ödematöse" Bezirke, Die Ganglienzellen zeichnen sich durch vollständigen Zerfall ihrer Kerne aus. Auch die Kerne der Neuroglia zeigen in grosser Anzahl körnigen Zerfall. Getzowa glaubt mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen zu dürfen, dass „die nekrotisch-ödematösen Bezirke" auf den Einfluss von $MgSO_4$ zurückzuführen seien. Bei 3 Fällen von Tetanus, die Getzowa im Jahre 1908 untersucht hatte und die noch nicht mit $MgSO_4$ behandelt waren, fand sich keine Zellnekrose, keine stärkere Tigrolyse. Wenn auch vermehrtes Magnesiumsulfat im Zentralnervensystem chemisch nicht nachweisbar ist, so sind diese intrazellulären Veränderungen, Vakuolisierung, Karyorrhexis und Karyolysis wohl durch die von Cloetta erwähnte elektrolytische Wirkung des Salzes $MgSO_4$ zu erklären.

Das kann aber noch lange nicht gegen die therapeutische Anwendung des $MgSO_4$ sprechen, wenn man bedenkt, wie schnell, geradezu augenblicklich, die $MgSO_4$-Wirkung durch Applizierung von Ca-Salzen aufgehoben werden kann, bei intralumbalen Injektionen genügt auch

[1]) Getzowa in Nr. 23 d. Korrespondenzblattes für Schweizer Ärzte, 1914,

schon eine Auswaschung mit physiologischer Kochsalzlösung.

So ist das Magnesiumsulfat in der Behandlung des Tetanus das neueste narkotisierende Mittel und wird in fast allen Kliniken zur Anwendung gebracht; wenn es auch bei schwersten Fällen nicht immer lebensrettend wirken kann, so muss doch seine unter allen Umständen krampflösende und tief narkotisierende Wirkung anerkannt werden und so übertrifft es als Symptomatikum alle bisher angewandten Narkotika.

Bei der grossen, mannigfaltigen Möglichkeit der Anwendung des Immunserums und bei der grossen Anzahl der zu Gebote stehenden symptomatischen Mittel, muss natürlich in jedem einzelnen Falle bei Behandlung des Tetanus eine weise Auswahl getroffen werden. Fürs erste muss sich diese nach der Inkubationsdauer des Falles richten. Die Hauptfrage wird also bei einem Tetanus immer die sein: Handelt es sich um einen Starrkrampf, der schon kurze Zeit, 5—10 Tage, nach der Verwundung aufgetreten ist, oder handelt es sich um einen Spätfall.

Ein Fall letzterer Art soll im folgenden beschrieben werden (die Krankengeschichte wurde mir von Herrn Geh. Rat. Prof. Fehling freundlichst zur Verfügung gestellt):

Musketier Z. Emil, Inf.-Regt. 120, Lazarett Kaiserpalast, Strassburg. — Zugang aus dem Argonnenwald. Aufgenommen am 11. I. 15.

Komplizierte Fraktur der Mittelfussknochen rechts durch perforierende Granatsplitter am 4. I. 15.

Spät-Tetanus.

Krankheitsgeschichte:

Verwundet am 4. I. 15. durch Granatsplitter, der an der Innenseite des rechten Vorderfusses eindrang und an der planta pedis austrat. Verband und Aufenthalt im Feldlazarett 5 Tage lang (wo kann er nicht angeben). Eintritt am 10. I. 15. mit vereiterter Wunde, unter dem Verband stinkender Eiter.

12. I. 15. Wunde am rechten seitlichen Fussrand, daumendick in der Tiefe nekrotisches Gewebe, Fussohle eine grosse unregelmässige, buchtige Höhle. In der Tiefe Knochentrümmer; Spaltung der dicken Hautbrücke, Injektion von Schutzserum.

13. I. Entfernung der Granatstücke. Feuchter Verband mit Collargol.

16. I. Wunde reinigt sich langsam, ab und zu wird etwas nekrotisches Gewebe entfernt, auch kleiner Knochensplitter. Wunde beim Verband sehr empfindlich. Starke Empfindlichkeit an der grossen Zehe besonders an der Grundphalange.

1. II. Wunde befriedigend. Patient fühlt sich wohl.

11. II. Patient klagt über Schluckbeschwerden, denen sich Kiefersperre anschliesst.

12. II. Geringe Nackensteifigkeit. Einlauf von 2 g Chloralhydrat. Subkutane Injektion von 100 AE. Temp. 37,8.

13. II. Status idem. 1½ Spritze Pantopon. Chloralhydrat 100 AE subkutan. Temp. 37,8. Puls 114.

14. II. Urticaria. Chloralhydrat. Temp. 38,8 Puls 100.

15. II. Zunehmende Nackenstarre, Steifigkeit der Rückenmuskulatur, dagegen nehmen die Schluckbeschwerden ab. Chloralhydrat.

16. II. Klonische Krämpfe der Stamm-Muskulatur. Chloralhydrat. 100 AE subkutan. Temp 38,8. Puls 120.

17. II. Immer noch starke Kiefersperre, dabei wenig deutlicher Trismus des Masseter. Chloralhydrat. 100 AE subkutan. Temp. 38,4. Puls 102.

18. II. Beginnende Steifigkeit der unteren Extremitäten. Chloralhydrat. 15%iges Magnesiumsulfat, 30 g teils intravenös, teils subkutan. Temp. 39,2. Puls 114.

19. II. Die klonischen Krämpfe der Stamm-Muskulatur sind nicht sehr typisch, die Steifigkeit jedoch der Stamm-Muskulatur hält an, die der unteren Extremitäten nimmt zu; das Sensorium ist ungetrübt; das Befinden des Patienten verhältnismässig befriedigend. Chloralhydrat. 100 AE. 15%iges Magnesiumsulfat, 30 g teils intravenös, teils subkutan.

20. II. Zustand insofern verändert, als die klonischen Krämpfe des Stammes verschwunden sind und nur auf äussere Reize, dann zusammen mit Krämpfen der Extremitäten auftreten. Sensorium ungetrübt. Obere Extremitäten frei von Steifigkeit. 15%iges Magnesiumsulfat 30 g teils subkutan, teils intravenös.

21. II. 100 AE.

22. II. Status idem. Tägliche Injektion von Magnesiumsulfat und AE.

28. II. Patient fühlt sich bedeutend wohler. Nachlassen der Versteifungen und Krämpfe.

1. III. Keine Steifheit mehr, Tetanusserum und $MgSO_4$ werden weggelassen, nur noch Chloral für die Nacht.

2. III. Subjektives Befinden sehr gut. Kein Chloral mehr.

10. III. Befinden sehr gut. Fusswunde fast geschlossen.

15. III. Patient darf aufstehen.

Die Anamnese des Patienten ist, wie aus der Krankengeschichte erhellt, für die gegenwärtige Zeit eine typische: Verwundung in den Argonnen durch Granatsplitter, der an der Innenseite des rechten Vorderfusses eindrang und an der planta pedis austrat.

Patient hatte sich wochen- und monatelang in tetanusgefährlicher Umgebung, in diesem Falle im Schützengraben, aufgehalten. Er war naturgemäss, wie er auch selbst angibt, im Augenblick seiner Verwundung vollständig mit Schmutz und Erde bedeckt; am meisten waren die Stiefel verschmutzt, die wochenlang nicht gewechselt werden konnten. So waren „die akzidentellen Krankheitsbedingungen", um mit v. Behring zu sprechen, wohl erfüllt. Hatte die Granate, die auf tetanusverdächtigen Boden aufgeschlagen war, von diesem tetanusinfiziertes Material nicht mitgerissen, so war nur die Möglichkeit zur Infektion bei der Verwundung selbst noch dadurch gegeben, dass der Granatsplitter tetanusinfiziertes Material, das der Soldat an sich selbst trug, mit in die Wunde brachte. Der Granatsplitter drang an der Innenseite des rechten Vorderfusses ein und trat

an der planta pedis aus. Somit erfolgte die Verwundung an einer Stelle, deren Bedeckung, Stiefel und Socken, denkbar verschmutzt waren.

Also eine Verwundung an der unteren Extremität durch Granatsplitter!

Diese war am 4. Januar erfolgt und bei Abnahme des Verbandes am 10. I. 15 im Lazarett Kaiserpalast Strassburg zeigte sich, dass die Wunde mit reichlichem, stinkenden Eiter belegt war. Um diesem aus der Tiefe freien Abfluss zu verschaffen, wurde denn auch am 11. I. 15 die zwischen Ein- und Ausschuss stehen gebliebene Hautbrücke gespalten.

Die Verwundung durch Granatsplitter, die Lokalisation der Verwundung, der stark vereiterte Zustand der Wunde, ferner deren Tiefe — es war der erste Mittelfussknochen frakturiert — und die Anamnese machten die Wunde tetanusverdächtig. Daher wurde dem Patienten am 12. I. 15 die übliche Schutzdosis von Tetanusimmunserum appliziert. Die Wunde selbst wurde weiter mit Collargol feucht behandelt, was zurfolge hatte, dass sie sich, wenn auch langsam, reinigte und pyämische und septische Prozesse nicht aufkommen konnten. So war in kurzem bis 1. II. die Wunde vollständig gereinigt, nachdem am 16. I. noch ein kleiner Knochensplitter sich abgestossen hatte. Der Patient fühlte sich ausgezeichnet, bis am 11. II. Schluckbeschwerden und bald darauf Kieferstarre eintraten: beides Initialsymptome eines Tetanus. Tags darauf kam schon, wenn auch nur geringe, Nackensteifigkeit hinzu, was immerhin schon eine dubiöse Prognose bedingt.

Die Verwundung war am 4. Januar gesetzt worden, die Initialsymptome traten am 11. II. auf. Das bedeutet eine Inkubationszeit von 38 Tagen; das sind 5 Wochen und 3 Tage.

Obwohl im Falle Z. am 12. I. 15, also 8 Tage nach der Verwundung, die prophylaktische Seruminjektion vorgenommen war, trat doch noch Tetanus genau 1 Monat nach der prophylaktischen Impfung auf. Offenbar hatten die Tetanusbazillen, als sie am 4. I. durch die Verwundung in den Körper gebracht wurden, entweder überhaupt noch kein Toxin bereitet oder wenigstens nicht soviel und in solcher Konzentration, dass es bis zur Schutzimpfung sich mit dem Zentralnervensystem hätte verankern können. Wenn die Tetanusbazillen vor der Schutzimpfung Toxine produziert hatten, so waren diese durch die Antitoxine paralysiert worden; das Gleiche muss auch von den Giften angenommen werden, die einige Zeit nach der prophylaktischen Einspritzung produziert wurden.

Dass die Tetanusbazillen zu Anfang in einer so tiefen, buchtigen und stark vereiterten Wunde, von der sogar Knochensplitter abgestossen wurden, nicht imstande gewesen wären Stoffwechselprodukte hervorzubringen, ist kaum anzunehmen; vielmehr glaube ich, dass es sich hier um eine durch prophylaktische Seruminjektion künstlich protrahierte Inkubationszeit handelt, die als solche voll und ganz anerkannt werden muss.

Wie aus der Krankengeschichte hervorgeht, ist der Fall Z. ein mittelschwerer, langsam verlaufender. Tetanussymptome waren vorhanden vom 12. II. bis 1. III.

und hatten allmählich eingesetzt mit Schluckbeschwerden, dann teilweiser Kiefersperre und tags darauf geringer Nackensteifigkeit, die erst am 15. II. stärker wurde. Als Höhepunkt der Krankheit muss die Zeit vom 16. mit 19. II. angesehen werden, wo die Stamm-Muskulatur durch klonische Krämpfe erschüttert wurde, die Kiefersperre stark war und auch die unteren Extremitäten versteift wurden. In dieser Zeit stieg die Temperatur einmal, am 18. II. auf 39,2 und die Pulsfrequenz auf 130.

Es fehlen diejenigen Symptome, welche einen schweren Tetanus ausmachen: Vollständiger Trismus, völlige Nacken-, Rücken- und Bauchstarre, Krämpfe bei leisen Geräuschen, Zwerchfellkrämpfe, Atemnot und höheres Fieber. Eine andere Frage ist natürlich die, wie der Fall ohne die sorgfältige, zweckentsprechende therapeutische Behandlung verlaufen wäre.

Dem Patienten wurden täglich durch Einlauf 2—6 g Chloralhydrat appliziert.

Durch tägliche, subkutane Injektion von 100 AE mussten die an der Produktionsstelle und im Blutkreislauf sich befindenden Toxine paralysiert und ihnen so der Weg zum Nervensystem abgeschnitten werden.

Die krampfstillende und beruhigende Wirkung des Chloralhydrates wurde noch bedeutend erhöht durch ebenfalls tägliche teils intravenöse, teils subkutane Injektionen von 30 g 15%igen $MgSO_4$. Schädliche Nebenwirkungen auf $MgSO_4$, wie Atemstörungen, wurden nie beobachtet. Am 14. II. trat nach 2tägiger Injektion von je 100 AE ein urtikariaartiges Exanthem auf, das alsbald verschwand.

So ist dieser Fall weniger interessant durch seinen Krankheitsverlauf als durch seine ungewöhnlich lange Inkubationszeit, die vielleicht eine Folge der prophylaktischen Immunserum-Injektion ist.

Einen ähnlichen Fall von ungewöhnlich langer Inkubationszeit beschreibt Rose in seinem Buche „Der Starrkrampf beim Menschen“:

Es ist der Fall „Johann Rathmann aus Berlin“, Seite 322. R war am 24. II. 1883 von einem Rollwagen am rechten Unterschenkel überfahren worden; an der Aussenseite war die Haut 12—15 cm lang abgelöst, an der Innenseite des Schienbeins klaffte eine mehrere Finger breite Weichteilwunde.

Der Patient delirierte viel und stark. Er war ein „Säufer von Fach“.

Am 24. III. untersuchte Rose digital, stellte eine vereiterte Gelenkfraktur am Fussgelenk fest und amputierte den Oberschenkel im unteren Drittel.

Am 7. IV. war die Amputation vollständig geheilt.

Am 8. IV. traten Schluckbeschwerden auf.

Am 9. IV. deutlicher Trismus.

Die Tetanussymptome verstärkten sich, es kam noch zu einer Pneumonie und am 13. IV. trat der exitus ein.

Der Patient war in der Hauptsache mit Morphium behandelt worden.

Die Sektion ergab „die exquisiten Zeichen des Alkoholismus chronicus in vollem Verein“.

In diesem Falle war der Starrkrampf ausgebrochen 16 Tage nach der Amputation und 44 Tage nach der Verwundung.

Das späte Zustandekommen des Tetanus erklärt Rose folgendermassen: „Was die Entstehung des Tetanus betrifft, so liegt es nahe anzunehmen, dass der schwerbeladene Rollwagen, welcher über den Unterschenkel des Trunkenboldes ging, ihn derartig mit Strassenerde imprägniert hat, dass der Tetanus selbst trotz rigorösester Antisepsis, trotz Amputation, trotz Carbol-Urin noch nach Heilung der Wunde zustande kam".

Wenn wir heute wissen, was wir von der damaligen Antisepsis zu halten haben — der Patient ist im Jahre 1883 behandelt worden — so müssen wir immerhin noch damit rechnen, dass die Tetanusinfektion nicht am 24. II., sondern erst später stattgefunden hat. Vielleicht handelt es sich hier um einen „Amputations-Tetanus". Denn wenn die Tetanusinfektion am 24. II. bereits erfolgt ist, muss man sich wundern, dass der Starrkrampf bei der stark gequetschten und vereiterten Wunde, nicht schon früher ausgebrochen ist. Etwas unklar müssen folgende Schlussworte Roses erscheinen: „So haben wir es hier mit einer Art Narbentetanus zu tun, insofern der Starrkrampf erst bei geheilter Wunde ausbrach". Wenn Rose den 24. II. 1883 als Infektionsdatum ansieht, so kann eine Narbe der ersten Verwundung bei seinem „Narbentetanus" garnicht in Betracht kommen, weil eine solche Narbe, an deren Stelle die Infektion hätte zustande kommen sollen, garnicht mehr vorhanden war. Am 24. III. war amputiert worden. Spricht man hier von einem Narbentetanus, so müsste es ein Amputationsnarbentetanus sein und das Datum der Infektion müsste entweder auf den Amputationstag oder noch später gesetzt werden.

In dem Brit. Med. Journ. vom 30. I. 1915 findet sich ein Tetanusfall beschrieben mit einer Inkubationszeit von 79 Tagen oder 11 Wochen und 2 Tagen.

Es ist der Fall, von dem Duvernay berichtet und der in folgendem kurz gegeben werden soll.

Ein Soldat aus Aix-les-Bains bekam am 3. IX. 1914 bei Varennes einen Granatschuss in die Tibia.

Am 28. IX. wurde Tetanusserum injiziert. Die Hautwunden waren gross und es stiessen sich grosse Schorfe ab. Tibiasplitter wurden entfernt, desgl. Splitter der Fibula und nekrotische Hautfetzen.

Ende X. 14 war allgemeine Besserung eingetreten.

Am 20. XI. 14 trat Mundsperre auf, zu der am 21. XI. auch noch Schlingbeschwerden sich gesellten.

Am 23. XI. war der Mund nur schwer zu öffnen. Auch die Nackenmuskulatur war kontrahiert. Der Patient wurde mit Chloral und Karbol-Injektionen behandelt.

Am 26. XI. konnte er den Kopf bewegen.

Am 29. XI. nahm die Nackensteifigkeit wieder zu. Injektion von Tetanusserum.

Die Pulszahl schwankte zwischen 140 und 80.

Am 29. XI. trat beim Wechseln des Nachthemdes plötzlich der Tod ein.

Die Sektion ergab: Fettige Degeneration der Leber. Herz und Nieren gesund. Wunde in gutem Zustand.

Wenn es sich hier wirklich um einen Wundstarrkrampf handelt, so war die Verwundung am 3. IX. erfolgt und die ersten Symptome waren am 20. XI. auf-

getreten, nachdem am 28. IX. Tetanusserum injiziert worden war. Das bedeutet eine Inkubationszeit von 79 Tagen.

War am 3. IX. die Tetanusinfektion erfolgt, so wurde nach einer ohnehin schon langen Inkubationszeit bis zum 28. IX. (25 Tage) der Ausbruch des Tetanus durch die an diesem Tage vorgenommene prophylaktische Impfung für die nächste Zeit verhindert.

Die Krankheitssymptome sind in diesem Falle für einen Tetanus nicht charakteristisch. Schlingbeschwerden, Mundsperre, Steifigkeit der Nackenmuskulatur können bei den verschiedensten meningitischen Erkrankungen vorhanden sein, sodass die Diagnose Tetanus keineswegs als gesichert angesehen werden kann. Tonische Krämpfe irgendwelcher allgemeiner Art werden vollständig vermisst. Der Sektionsbefund: fettig degenerierte Leber lässt nur auf vorhergegangenes Potatorium schliessen. Leider fehlt der Befund über Rückenmark und Gehirn, der hier ausschlaggebend für die Diagnose sein könnte.

Zum Schlusse spreche ich Herrn Geh. Rat. Prof. Dr. Fehling, der mir in liebenswürdigster Weise die obige Krankengeschichte überliess und mich bei Ausführung meiner Arbeit durch Ratschläge unterstützte, meinen ergebensten Dank aus.

Literaturverzeichnis.

Arnd und Krumbein, Zur Prophylaxe des Tetanus. Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte. Nr. 48. 1914.

Baccelli, Berliner klin. Wochenschr. 1911. Nr. 23.

v. Behring, Aetiologie, Prognose und Therapie des Tetanus. Schmidts Jahrbücher. Band 321.

— Indikationen für die serumtherapeutische Tetanusbekämpfung. Deutsche med. Wochenschrift. 1914. Nr. 41.

— Mein Tetanusserum. Berliner klin. Wochenschr. 1915. Nr. 6.

Cloetta, Über das Wesen der Magnesiumnarkose. Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte. 1915. Nr. 3.

Dreyfus u. Unger, Die kombinierte Antitoxinüberschwemmungs- und Narkosetherapie des Tetanus. Münchner med. Wochenschrift. 1914. Nr. 51. Feldärztl. Beilage Nr. 13.

Eunike, Zur Tetanusbehandlung mit Magnesiumsulfat. Münchn. med. Wochenschr. 1914. Nr. 45. Feldärztl. Beilage. Nr. 14.

Falk, Einige Beobachtungen bei Behandlung von Tetanus Verwundeter mit subkutanen Magnesiuminjektionen. Deutsch. med. Wochenschr. 1914. Nr. 44.

Getzowa, Pathologisch-anatomische Rückenmarksbefunde bei Magnesiumsulfatbehandlung des Tetanus. Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte. 1914. Nr 23.

Heddäus, Beiträge zur Heilserumbehandlung des Tetanus. Münchn. med. Wochenschr. 1914. Nr. 44. Feldärztl. Beilage. Nr. 13.

Hochhaus, Erfahrungen über die Behandlung des Tetanus. Münchn. med. Wochenschr. 1914. Nr. 46. Feldärztl. Beilage. Nr. 15.

Hufnagel, Vorbeugende Wundstarrkrampf-Impfungen. Deutsch. med. Wochenschr. 1914. Nr. 51.

Jacobsthal u. Tamm, Abtötung der Tetanuskeime am Orte der Infektion durch ultraviolettes Licht. Münchn med. Wochenschr. 1914. Nr. 48. Feldärztl. Beilage. Nr. 17.

Jacobsthal, Diskussion im ärztl. Verein zu Hamburg. Sitzung vom 17. 11. 1914.

Jochmann, Wundinfektionskrankheiten. Deutsch. med. Wochenschrift. 1914. Nr. 43.

Knippen, Erfahrungen über den Tetanus. Schmidts Jahrbücher. Band 321.

Kocher, Behandlung schwerer Tetanusfälle. Deutsch. med. Wochenschrift. 1914. Nr 46.

Kreuter, Über einige praktisch wichtige Gesichtspunkte in der Tetanusfrage. Münchn. med. Wochenschr. 1914. Nr. 40. Feldärztl. Beilage. Nr. 9.

— Bericht über 31 Tetanusfälle nach Kriegsverletzungen, einheitlich intraspinal und intravenös mit Serum behandelt. Münchn. med. Wochenschr. Nr. 46. Feldärztl. Beilage. Nr. 15.

Kühn, Über die Behandlung des Tetanus mit Luminal. Münchn. med. Wochenschr. 1914. Nr. 46. Feldärztl Beilage. Nr. 15.

Madelung, Über Tetanus bei Kriegsverwundeten. Strassburger med. Zeitung. XI. Jahrgang. 12. Heft.

Meltzer, Die hemmenden und anästhesierenden Eigenschaften der Magnesiumsalze. Berliner klin. Wochenschr. 1906. Nr. 3.

Meyer u. Gottlieb, Die experimentelle Pharmakologie 3. Aufl. 1914.

Mühsam, Beitrag zur Behandlung des Tetanus. Berliner klin. Wochenschr. 1914. Nr. 45.

Müller, Einige Ratschläge für die Behandlung des Wundstarrkrampfes. Münchn. med. Wochenschr. 1914. Nr. 46. Feldärztliche Beilage. Nr. 15.

Rose, Der Starrkrampf beim Menschen.

Rothfuchs, Zur Behandlung des Tetanus. Münchn. med. Wochenschrift. 1914. Nr. 46. Feldärztl. Beilage. Nr. 15.

Stadler, Die Magnesiumbehandlung des Tetanus. Berliner klin. Wochenschr. 1914. Nr. 1 und 3.

Stricker, Vorschlag für die Sammelforschung über Tetanus. Deutsch. med. Wochenschr. 1914. Nr. 52.

Unger, Zur Behandlung des Tetanus. Berl. klin. Wochenschr. 1914. Nr. 42.

Weintraud, Zur Behandlung des Tetanus mit Berücksichtigung der Magnesiumsulfattherapie. Berliner klin. Wochenschr. Nr. 42. 1914.

Völcker, Zur Behandlung des Tetanus. Münchn. med. Wochenschrift. 1914. Nr. 43.

Lebenslauf.

Verfasser der Arbeit „Über Ätiologie, Prophylaxe und Therapie bei Tetanus und über Spätfälle nach Tetanusinfektion", Knauer Johann, wurde in Haag a. d. Amper am 4. August 1885 als Sohn des dortigen Hauptlehrers geboren. Seine Schulbildung erhielt er an den Königl. Gymnasien Freising und Eichstätt, dort bestand er im Sommer 1907 die Reifeprüfung. Seiner Heerespflicht genügte er 1907—1908 beim III. Train-Batl. in Fürth i. B., dann widmete er sich dem Studium der Medizin an den Universitäten München (6 Semester) und Erlangen (5 Semester). Die ärztliche Staatsprüfung beendete er in Erlangen am 5. Mai 1914. Seine Lehrer waren die Herren Professoren: Hauser, Penzoldt, Jamin, Graser, Specht, Seitz, Schittenhelm, Hauck, Heim, Heintz, Scheibe, Merkel, v. Kryger und Kreuter.

Vom 13. Mai bis 1. August 1914 praktizierte er auf der chirurgischen Abteilung am Städtischen Krankenhause Augsburg, worauf er zufolge Bundesratsbeschlusses die Approbation als Arzt erhielt. Gegenwärtig dient er als Assistenzarzt d. R. beim 2. Bayr. Landsturm Fuss-Art-Batl. I. A. K.